

APLICAREA ȘI IMPACTUL ȘTIINȚELOR REALE ÎN DOMENIUL TELECOMUNICAȚII

Natalia POPOV, profesor discipline de specialitate, grad didactic I

Centrul de Excelență în Energetică și Electronică

Rezumat. În articol sunt examinate științele reale și impactul aplicării în domeniul telecomunicații. Sunt propuse unele aplicații practice prin legi, fenomene care stau la baza comunicațiilor moderne. Necesitatea studiului integrat al disciplinelor ciclului real au scopul creării complexului unic de cunoștințe ce creează premise pentru interconexiunea științelor.

Summary. The article examines the real sciences and the impact of telecommunications application. Some practical applications are proposed by laws, phenomena that underlie modern communications. The need for the integrated study of real cycle disciplines aims to create the unique complex of knowledge that creates premises for the interconnection of sciences.

Cuvinte cheie: științe reale, inter/transdisciplinariate, legi, fenomene, telecomunicații.

Keywords: real sciences, inter / transdisciplinary, laws, phenomena, telecommunications.

Fizica și Matematica, aceste două domenii științifice sunt înrudite și depind foarte mult una de alta, care stau la baza telecomunicațiilor prin legi, fenomene și aplicații.

Termenul de *telecomunicații* desemnează comunicațiile efectuate la distanță. Astfel radioul, telefonul (fixă sau mobilă), televiziunea, comunicațiile digitale sau rețelele de calculatoare se pot subscrie acestui domeniu foarte vast.

Telecomunicațiile sunt bazate pe electronică și în continuare vom descrie câteva legi, fenomene fără de care nu puteau exista comunicațiile la distanță.

Definiție: Electronica reprezintă o disciplină din domeniul fizicii aplicate, care se ocupă cu studiul dispozitivelor electronice și al circuitelor care includ aceste elemente (circuite electronice), folosite în procese de comandă, reglare, măsurare, ingineria, tehnologia și aplicațiile care se ocupă cu emisia și recepția fluxului și controlul electronilor în vid și materie.

1. Dacă ne referim la domeniul fizica, vom începe cu formulele legii lui Ohm care sunt foarte utile pentru rezolvarea problemelor care apar la orice electronist indiferent dacă este începător sau avansat. Fizicianul german Georg Simon Ohm (1789-1854), directorul Școlii Politehnice de la Nürnberg, a descoperit în timpul lucrării sale că:

„Intensitatea (I) curentului electric este direct proporțională cu tensiunea aplicată și invers proporțională cu rezistența (R) din circuit”.

$$R = \frac{U}{I} \Leftrightarrow U = R \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{U}{R}$$

unde: I este intensitatea curentului, măsurată în amperi (A); U este tensiunea aplicată, măsurată în volți (V); R este rezistența circuitului, măsurată în ohmi (Ω).

Cum aflăm o tensiune?

$$R = \frac{U}{I} \Leftrightarrow U = R \cdot I$$

Cum aflăm un curent?

$$R = \frac{U}{I} \Leftrightarrow I = \frac{U}{R}$$

Cum aflăm o rezistență și o putere?

$$R = \frac{U}{I} \text{ și } P = U \cdot I$$

Exercițiu:

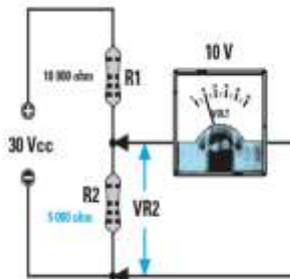
Avem un divizor de tensiune care trebuie să reducă tensiunea la 10 Volți dintr-o tensiune de 30V. Cum știm aflăm valoarea rezistenței R2, știind că rezistența R1 este de 10000 ohmi?

Rezolvare

Soluție: pentru a calcula valoarea rezistenței R2, folosim această formulă:

$$\text{ohm } R2 = \left[\frac{R1 \cdot (V_{cc} - \text{volt pe } R2)}{\text{1 volt pe } R2} \right]$$

$10\,000 : (30 - 10) \times 10 = 5\,000 \text{ ohms}$
Deoarece 5.000 ohmi nu corespund unei valori standard, două rezistențe de 10.000 ohmi pot fi conectate în paralel, obținând astfel 5.000 ohmi.



Exercițiu:

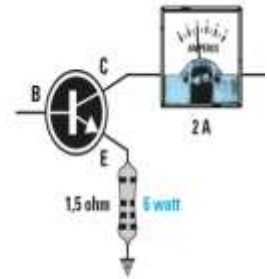
Vrem să conectăm un rezistor de 1,5 ohm pe emitorul unui tranzistor care absoarbe un curent de 2 amperi. Cum aflăm puterea acestui rezistor?

Rezolvare

Soluție: pentru a calcula puterea acestei rezistențe, utilizăm această formulă:

$$\text{watt} = (\text{amper} \times \text{amper}) \times \text{ohm}$$

$$(2 \times 2) \times 1,5 = 6 \text{ watt}$$



Exercițiu:

Știm că într-o rezistență de 40 ohmi trece un curent de 0,5 amperi. Cum aflăm tensiunea prezentă la pinii acestei rezistențe?

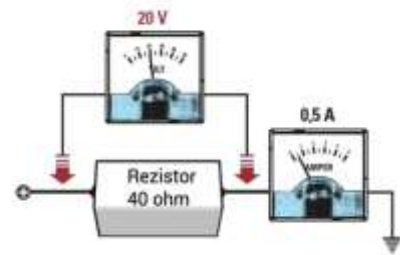
Rezolvare

Soluție: pentru a găsi tensiunea, trebuie să utilizăm această formulă:

$$U = I \times R$$

$$\text{volți} = \text{amp} \times \text{ohm}$$

$$40 \times 0,5 = 20 \text{ volți}$$



Exercițiu:

Cum aflăm curentul absorbit de un relee a cărui bobină de excitație are o rezistență ohmică de 150 ohmi și care este alimentată cu o tensiune de 12 volți?

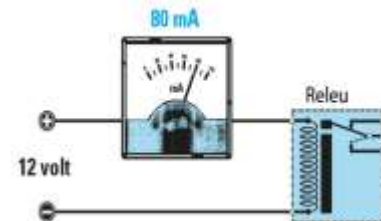
Rezolvare

Soluție: pentru a calcula consumul în amperi de acest relee, trebuie să folosim această formulă:

$$I = \frac{U}{R} \text{ (amperi = volt : ohm)}$$

$$12 : 150 = 0,08 \text{ amperi}$$

Releul absoarbe un curent de 0,08 amperi, care este egal cu 80 de miliamperi.



Pe baza electronicii au fost realizate componentele electronice fără de care nu pot funcționa multe echipamente electronice utilizate în domeniul telecomunicații.

2. Pe lângă legea lui Ohm, la baza comunicațiilor stau și *Legile lui Kirchhoff* (care exprimă modul de conservare a energiei electrice într-un circuit electric).

I. Prima Lege a lui Kirchhoff este o expresie a conservării sarcinii electrice într-un nod al unei rețele electrice. Este evident că sarcina electrică totală ce pătrunde într-un nod de rețea trebuie să fie egală cu sarcina electrică ce părăsește acel nod. Astfel, prima lege a lui Kirchhoff spune că: suma algebrică a curenților dintr-un nod de rețea este egală cu zero.

$$-i_1 + i_2 - i_3 + i_4 = 0$$

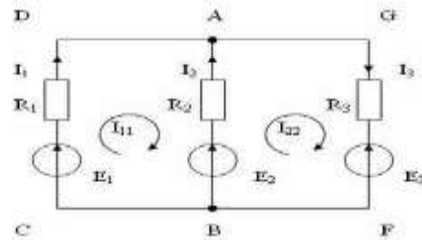


II. A doua Lege a lui Kirchhoff se referă la ochiuri de rețea și spune că: Suma algebrică a tensiunilor electromotoare dintr-un ochi de rețea este egală cu suma algebrică a căderilor de tensiune din acel ochi de rețea.

Pentru scrierea ecuației se alege un sens de referință și se consideră pozitive, atât tensiunile cât și intensitățile curenților care au același sens cu cel de referință.

$$E_1 - E_2 = R_1 I_1 - R_2 I_2$$

$$E_2 - E_3 = R_2 I_2 + I_3 R_3$$



Aplicarea teoremelor lui Kirchhoff

Dacă se cunosc elementele consecutive ale unui circuit, ecuațiile obținute prin aplicarea teoremelor lui Kirchhoff permit aflarea intensităților tuturor curenților ce străbat acel circuit. Etapele care trebuie parcurse pentru analiza circuitelor, aplicând teoremele lui Kichhoff sunt:

- ✓ se identifică nodurile circuitului;
- ✓ se identifică laturile circuitului;
- ✓ se notează curenții și se aleg sensuri pentru aceștia;
- ✓ se aplică teorema I a lui Kirchhoff pentru $n-1$ noduri rețea;
- ✓ se aleg ochiurile de rețea pentru care se aplică teorema a II a lui Kirchhoff;
- ✓ se aleg sensuri de referință în acele ochiuri de rețea.

Se aplică teorema a II a lui Kirchhoff în acele ochiuri alese. Cu cele $n-1$ ecuații obținute se obține un sistem de ecuații, care este egal cu numărul laturilor, deci egal cu numărul necunoscutelor (intensitățile curenților).

3. Prin canal de comunicație se înțelege porțiunea din sistemul de comunicație care transmite informațiile prin structurile conductoare(cabluri) sau prin unde electromagnetice. Fără descoperirea undelor electromagnetice nu am fi putut vorbi la telefoane mobile, nu am fi avut radio, televiziune, nu am fi putut face progrese în medicină prin diagnosticul cu radiografie, sau nu am fi avut rețele wireless ori fibră optică. Undele electromagnetice în funcție de frecvență se clasifică astfel:

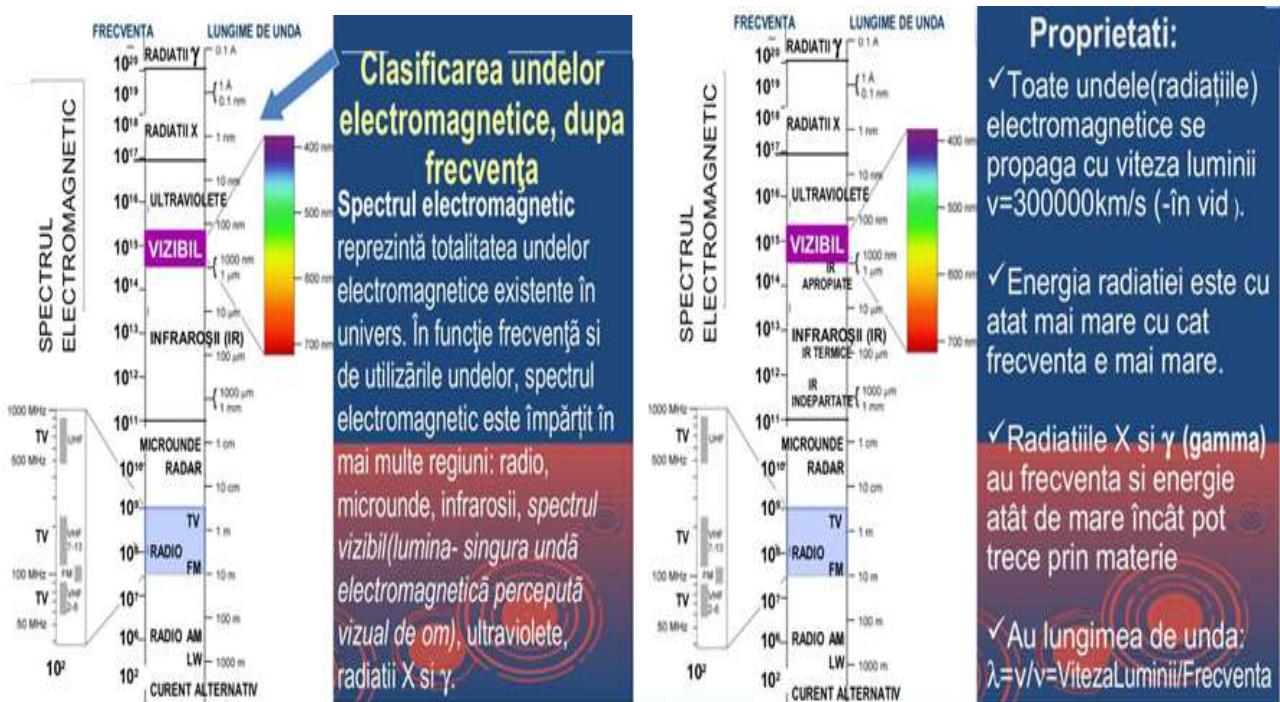


Figura 1. Clasificarea undelor electromagnetice în funcție de frecvență și proprietăți

Domenii de utilizare a undelor electromagnetice în telecomunicații

- *Undele radio* → comunicații fără fir la distanță: radio, TV;
- *Microundele* → telefonie mobilă GSM, RADAR, Sateliți;
- *Infraroșii* → transmisii de date prin fibre optice, telecomanda, încălzirea materialelor în industrie, analiza mediului;
- *Radiația vizibilă* → compusă din spectrul luminii albe (de la roșu la violet, fiecare culoare are o anumită frecvență), dispersia impulsului optic prin fibra optică;

4. *Legile reflexiei și refracției. Reflexia totală*

Prin fibră optică simplă înțelegem un mediu optic transparent, de mare lungime, cu secțiunea transversală circulară simetrică și indicele de refracție constant sau radial variabil, separat de un alt material cu indicele de refracție constant și mai mic, pentru ca la suprafața de separare să se producă *reflexia totală* a radiației luminoase, fără pierderi. *O fibră optică poate fi asociată cu un ghid de undă dielectric folosit pentru propagarea energiei electromagnetice la frecvențe optice*[3]. O fibră optică este un ghid de undă dielectric (nu conduce electricitatea), fabricată din sticlă sau din plastic. Fibra este construită din trei regiuni distincte figura 2.: miez circular de diametru d având indicele de refracție uniform n_c ; înfășurare sau înveliș protector cu indice de refracție n ; teacă sau cămașă; n_c – constant sau variabil; n – constant și diferit de n_c ; $n_c > n$ – lumina fiind constrânsă să circule prin miez.

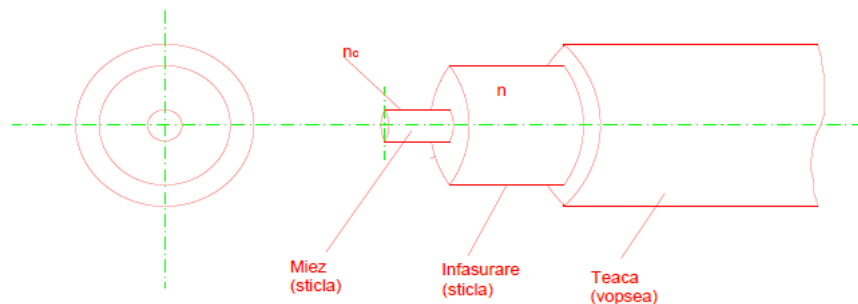


Figura 2. Învelișurile fibrei optice

Lumina lansată sub unghiul θ_1 va fi propagată în miez cu unghiul θ_2 față de axul central (A,B). Razele incidente sub unghi mai mare decât θ_1 nu vor fi refractate intern, ci refractate în învelișul protector sau reflectate înapoi în aer (C) (figura 3).

Unghiul de propagare este legat matematic de apertură numerică AN, mărime ce exprimă puterea luminoasă ce are acces în fibră:

$$A_N = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)} = \sin \theta_1 = n_1 \sin \theta_2$$

Ca și la propagarea undelor electromagnetice, doar anumite moduri se pot propaga în fibra optică. Numărul de moduri M depinde de lungimea de undă λ după relația:

$$M = 0,5 \left(\frac{\pi d A_N}{\lambda} \right)^2$$

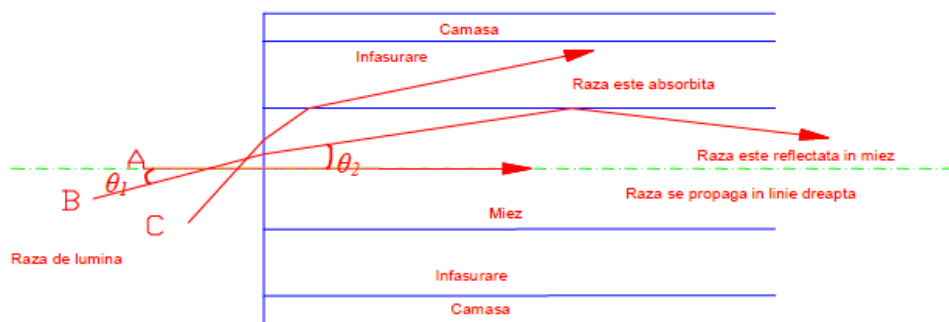


Figura 3. Modul de propagare a luminii într-o fibră optică

Dacă ne referim la modelul matematic de transmitere a informației prin fibră optică, undele luminoase din fibră au suprafețele de undă aproape plane și din acest motiv pot fi reprezentate local printr-un vector de undă perpendicular pe aceste suprafețe, care indică direcția de propagare [48]. Se poate aprecia, în sensul opticii geometrice, că lumina se propagă pe o rază a cărei direcție o indică vectorul de undă, $\vec{k}(r)$. Deoarece aceste raze de lumină parcurg zone cu indici de refracție, $n(r)$, diferiți, razele vor urma de regulă o traiectorie curbilinie. Modulul kn al vectorului de undă în fiecare punct din fibra optică gradată este egal cu produsul dintre indicele local de refracție, n , și vectorul de undă al radiației în vid, ($k = 2\pi/\lambda$).

$$k_n^2(r) = n^2(r) \cdot k^2 = n_0^2 k_0^2 [1 - 2\Delta \cdot f(r)]$$

Aceasta ia valori cuprinse întotdeauna între cele două extreme:

$$k_0 = n_0 k; \quad k_a = n_a k = k_0 \sqrt{1 - 2\Delta}$$

Vectorul de undă $\vec{k}_n(r)$, poate fi descompus, într-un sistem de coordonate cilindrice (r, θ, z) , în componentele sale (figura 4).

a) Componenta axială, β , este pentru orice mod o mărime constantă ce se află în strânsă dependență cu viteza de propagare, respectiv cu timpul de propagare. Din această cauză β este numit *constantă de propagare* a modului și poate fi pusă în legătură cu valoarea maximă a vectorului de undă, k_0 , prin intermediul unei mărimi auxiliare, δ :

$$\beta = k_0 \sqrt{1 - 2\Delta}; \quad \delta = \frac{1}{2} (1 - \beta^2/k_0^2)$$

Marimea δ poartă numele de *constantă normală de propagare*.

b) Componenta azimutală, k_θ , nu este, spre deosebire de β , constantă pe traiectoria razei de lumină ci depinde de distanța radială la axa fibrei. O condiție la limită care trebuie îndeplinită de orice mod de propagare este ca modulul $k_\theta = l/r$ ($l=0,1,2,\dots$). Cu alte cuvinte, circumferința oricărui cerc de rază r trebuie să fie un multiplu întreg al lungimii de undă, λ_0 , proiectate pe acest cerc tangent la raza de lumină:

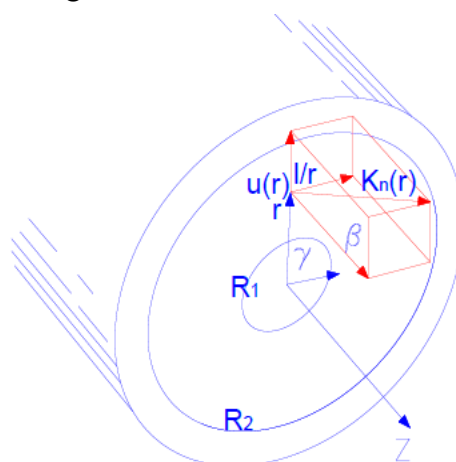


Figura 4. Vector de undă

$$2\pi r = l\lambda_0 \text{ și deci } k_0 \frac{2\pi}{\lambda_0} = \frac{1}{r}$$

c) Componenta radială a vectorului de undă, $u(r)$ este tot funcție de rază; ea este mult mai dificil de calculat decât k_0 . Prin însumarea vectorială (Figura 3.4) a mărimilor cunoscute k_0, β , se obține relația:

$$u^2(r) = k_n^2(r) - \beta^2 - \left(\frac{l}{r}\right)^2$$

Se observă că $u(r)$ este real numai pentru acele valori ale lui r la care membrul drept al relației este mai mare decât zero.

5. **Definiție:** *Semnalul* este o manifestare fizică sau undă electromagnetică sonoră capabilă de a se propaga printr-un mediu dat. Semnalele pot fi: *deterministe, întâmplătoare (aleatoare), periodice, neperiodice, analogice, continui, discrete*[1]. Toate semnalele menționate mai sus sunt analizate în calitate de proces fizic în domeniul timp, adică evoluția parametrilor acestora în timp. În sistemele de transmisiune a informației, pe lângă analiza în domeniul timp, este necesară și analiza în domeniul frecvență, adică evoluția parametrilor semnalului în funcție de frecvență.

Pentru trecerea unui semnal din domeniul timp în domeniul frecvenței se utilizează diferite procedee, în funcție de tipul semnalului. Pentru semnalele analogice periodice, această conversie se realizează prin desfășurarea semnalului în serii Fourier, pentru semnalele analogice neperiodice se utilizează transformata Fourier, iar pentru semnalele discrete – transformata Fourier discretă.

Seriile Fourier utilizate la descompunerea semnalelor sunt:

➤ *Trigonometrică:*

$$S(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos k\omega t + b_k \sin k\omega t)$$

Unde coeficienții descompunerii sunt determinați prin relațiile:

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_0^T S(t) dt; \quad a_k = \frac{2}{T} \int_0^T S(t) \cos k\omega t dt; \quad b_k = \frac{2}{T} \int_0^T S(t) \sin k\omega t dt.$$

➤ *Armonică:*

$$S(t) = \frac{A_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \cos(k\omega t - \varphi_k);$$

unde coeficienții descompunerii sunt determinați cu ajutorul coeficienților seriei Fourier trigonometrică:

$$A_0 = a_0; \quad A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}; \quad \varphi_k = -\arctg \frac{b_k}{a_k}.$$

➤ *Exponențială:*

$$S(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} A_k e^{jk\omega t}, \text{ unde } A_k = \frac{1}{T} \int_0^T S(t) e^{-jk\omega t} dt.$$

Concluzii

Telecomunicațiile au un impact social, cultural și economic semnificativ asupra societății modern, dar fără legile matematice, fenomene fizice și aplicații a acestora nu era să ajungă la așa nivel de dezvoltare. Evoluția sistemelor de transmisie a informației a fost exponențială și s-a bazat atât pe creativitatea umană cât și pe dezvoltarea tehnologiilor. Canalele de comunicație sunt prezente într-o mare diversitate principială și constructivă fiind într-o continuă evoluție, iar fibrele optice sunt tot mai mult utilizate în prezent pentru transmiterea informațiilor cu înaltă fidelitate, unde sunt aplicate cu succes legile reflexiei și refracției.

Sistemele de comunicație prin fibre optice constituie modul cel mai eficace de transmisie a semnalelor, ocupând o bandă mare de frecvență. Se utilizează în: telefonie multiplă, transmisiuni de date, transmisiuni video, videotelefon datorită siguranței deosebită și fidelității semnalului transmis într-o bandă de frecvențe largă, dar fără aplicarea bazelor electronicii nu era să fie telecomunicațiile din ziua de azi așa dezvoltate.

Bibliografie

1. ANDREI, I. *Tehnica transmisiei informației*. București: Editura Printech, 2006.
2. PUȘCAȘ, N. *Sisteme de comunicații optice*. București: MatrixRom, 2006, 329 p.
3. ȘIȘIANU, S.; ȘIȘIANU, T.; LUPAN, O. *Comunicații prin fibre optice*. Chișinău: editura „Tehnica-info”, 2003. 546 p.
4. MATEESCU, A. *Semnale și sisteme*. București: Teora, 2001.
5. CONSBANTIN, I. *Introducere în teoria transmisiunilor de date*. București: Teora, 2000.
6. БИККЕНИН, Р.Р.; ЧЕШОКОВ, М.Н. *Теория электрической связи*. М.: Академия, 2010.